

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-024937

(43)Date of publication of application : 30.01.1996

(51)Int.Cl.

B21B 45/08

B21B 45/00

C23G 5/00

(21)Application number : 06-165408

(71)Applicant : KAWASAKI STEEL CORP

(22)Date of filing : 18.07.1994

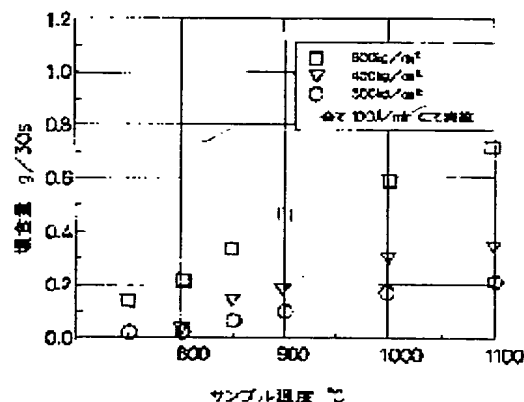
(72)Inventor : SHIMIZU MASUHIITO  
 AOYAMA NAOTOSHI  
 ADACHI AKIO  
 OGAWA HIROYUKI  
 KUWAKO HIROSHI  
 SHIRAISHI MASASHI  
 KANEMOTO NORIO

## (54) METHOD FOR CLEANING SURFACE OF STEEL SHEET

(57)Abstract:

PURPOSE: To surely remove the scale with difficult peelability by striking the liquid drop generated in the liquid drop flow region of the liquid flow discharged from a nozzle on the surface of the steel sheet of the prescribed temperature.

CONSTITUTION: The liquid is discharged from a nozzle, and the liquid drop generated in the liquid drop flow region is struck on the surface of the steel sheet of  $\geq 850^{\circ}\text{C}$ . The scale of the structure which may bite in the metal can be removed to clean the surface of the steel sheet. In the case of the steel sheet containing Si of  $\geq 0.5\text{wt}\%$ , the surface temperature is  $\geq 850^{\circ}\text{C}$ , and the liquid is discharged from the nozzle to satisfy the relationship between the discharge pressure P and the discharge amount W of  $P(\text{kg}/\text{cm}^2) \times W(\text{litre}/\text{cm}^2) \geq 0.8 \times (\text{wt}\% \text{ Si})$ . This constitution prevents the generation of the scale flaw on the hot rolled steel sheet.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.07.2002

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application  
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

### [Claim(s)]

[Claim 1] A clarification method on the surface of a steel plate which makes temperature of the surface of said steel plate 850 degrees C or more, and is characterized by making a drop generated in a drop style field among said liquid flow made to breathe out from said nozzle collide with the surface of said steel plate, and making it clarification in a clarification method on the surface of a steel plate which a liquid made to breathe out from a nozzle is made to collide on the surface of a steel plate, and makes this surface clarification.

[Claim 2] In a clarification method on the surface of a steel plate which a liquid made to breathe out from a nozzle is made to collide with the surface of a steel plate containing Si beyond 0.5wt%, and makes this surface clarification A clarification method on the surface of a steel plate characterized by making temperature of the surface of said steel plate into 850 degrees C or more, making a drop generated in a drop style field among liquid flow made to breathe out from said nozzle on conditions with which a discharge pressure P and discharge quantity W fill a bottom type collide with the surface of said steel plate, and making it clarification.

$P(\text{kg/cm}^2) \times W(\text{liter / cm}^2) \geq 0.8x (\text{wt\%Si})$

[Claim 3] A clarification method on the surface of a steel plate according to claim 1 or 2 characterized by carrying out distance L of said nozzle and surface of said steel plate within limits which fill a bottom type.  
 $yL \leq L \leq yH$   
 $yL = 390000 / (x+360) + P / 5 - 960$   
 $yH = 390000 / (x+360) + P / 29 - 960$   
 P: A discharge pressure of water (kg/cm<sup>2</sup>)

x: A flare angle of a nozzle (degree)

$10 \leq x \leq 50$  degrees [Claim 4] A clarification method on claims 1 and 2 characterized by making said liquid breathe out from said nozzle after making a liquid rectify, or the surface of a steel plate given in three.

[Claim 5] A clarification method on claims 1, 2, and 3 characterized by fluctuating distance of said nozzle and said steel plate according to the following formulas according to a change in said discharge pressure of said liquid, or the surface of a steel plate given in four.

$L = y = 390000 / (x+360) + P / 10 - 960$

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] In removing a scale from the steel plate surface before hot rolling, this invention relates to the clarification method on the surface of a steel plate used suitably, concerning the clarification method on the surface of a steel plate which makes the steel plate surface clarification.

[0002]

[Description of the Prior Art] In manufacture of the hot rolled sheet steel by hot rolling, material slab is inserted in the heating furnace of an oxidizing atmosphere, rear-spring-supporter heating is usually carried out at 1100-1400 degrees C in several hours, and it hot-rolls with a rougher. Although a primary scale generates on the surface of material slab by the heating at high temperature of several hours, if material slab is hot-rolled in the condition [ that this primary scale exfoliates freely enough ], a scale will serve as an interlocking scale crack on the surface of a product, and it will remain. if such a scale crack occurs -- the surface -- since the origin of a crack comes in the case of bending etc. while description is spoiled remarkably, the serious evil for the quality of a product is done. Then, the water-jet descaling equipment (it is hereafter called a descaler) which the method of preventing generating of a scale crack is proposed from the former, for example, injects water by about 100 to 150 (kg/cm<sup>2</sup>) pressure is arranged to rolling Rhine, high-pressure water is injected on the steel plate surface from this descaler, and the method of rolling out, after exfoliating and removing the scale generated by the steel plate surface is learned.

[0003] However, the quality of scale detachability is strongly influenced according to the description of a scale, i.e., a presentation, structure, etc. of a scale, other than the operating condition of descalers, such as water pressure. It is known that especially the primary scale generated to steel with many Si (silicon) contents will stop being able to exfoliate easily greatly. This cause is because the subscale layer of the characteristic structure in which the presentation of thermoplastic large 2 FeO-SiO<sub>2</sub> (FEYA light) was generated for Si in steel in response to selective oxidation when steel oxidized by heating at high temperature, and the interface with steel became intricate intricately is formed. For example, if the steel which contains Si 0.1% or more is heat-treated, the above-mentioned amount of generation of subscale will increase remarkably. Since this subscale is easily unremovable as mentioned above, a countless scale crack remains in the product surface after rolling, and it reduces the commodity value of a product on it remarkably. Moreover, by the method of injecting the above-mentioned high-pressure water, the secondary scale produced after removing a primary scale does not fully exfoliate, consequently a scale crack generates it in many cases.

[0004] It faces hot-rolling the slab which becomes JP,60-1085,B from the steel of 0.10 - 4.00% content of "Si as technology which solves the above-mentioned problem, and manufacturing hot rolled sheet steel. [ within the rolling period which the accumulation rolling reduction which measured from the rolling initiation point in time becomes 65% or more, and has cast piece temperature in 1000 degrees C or more ] 80-250kg/cm<sup>2</sup> The descaling method at the time of hot rolling of the \*\* Si steel characterized by making descaling by the high-pressure water jet into accumulation time amount, and performing it 0.04 seconds or more" is indicated. moreover -- JP,4-238620,A -- "a difficulty detachability scale steel type -- hot rolling -- giving -- hot rolled sheet steel -- manufacturing -- facing -- before finishing rolling -- the collision pressure per unit spraying area -- 20g/mm<sup>2</sup> -- the above -- 40g/mm<sup>2</sup> -- the following -- it is -- and a flow rate -- 0.1l. / min-mm<sup>2</sup> -- the above -- 0.2l. / min-mm<sup>2</sup> -- descaling method" characterized by injecting the following high-pressure water sprays on the steel plate surface is indicated.

[0005] Moreover, as a nozzle for exfoliating and removing a difficulty detachability scale, "the descaling nozzle which a long picture comes to consist of rectification liquid flow channels" is proposed by JP,5-261426,A, and

since the collision force increases, the descaling nozzle which has a rectifier compared with the conventional nozzle, the effective thing is indicated to the difficulty detachability scale steel type.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the technology indicated by JP,60-1085,B among the above-mentioned conventional technology, since it is necessary to secure hot FET (Finisher Entry Temperature: just before [ finish rolling ] temperature) of 1000 degrees C or more, it is necessary to extract a steel plate from a heating furnace at an elevated temperature, and there is a problem that a material unit gets worse or scale loss increases. And various constraint arises in rolling reduction or descaling time amount, and a rolling operation also becomes complicated.

[0007] moreover -- the technology indicated by above-mentioned JP,4-238620,A -- the collision pressure of a high-pressure water spray, and amount of water -- density is specified, exfoliation of a scale is performed by the momentary collision force, and it is thought that it depends for the amount of exfoliations of a scale on the collision pressure of a high-pressure water spray. this view -- "iron and steel" -- it is stated to the paper "the collision pressure at the time of high-pressure water descaling in hot rolling" indicated by year [ 77th ] (1991) No. 9 in detail, and it is indicated by taking into consideration the minimum collision pressure for exfoliating the scale generated by the differential thermal expansion accompanying a quenching operation of the scale by high-pressure water, and various kinds of steel in this paper that good descaling is carried out. However, according to the above-mentioned technology, most things exfoliate among scales, but the thing with structure which eats into a metal remains, without being removed. For this reason, the scale crack called a red scale also after rolling remains, and this scale crack has the problem of becoming so remarkable that Si content increasing.

[0008] Moreover, although indicated by above-mentioned JP,5-261426,A about the structure and the engine performance of a descaling nozzle with a rectifier, the operation in hot-rolling factories, such as the optimal distance on a nozzle and the surface of a steel plate, is not indicated, for example. This invention aims at offering the clarification method on the suitable surface of a steel plate removing a scale from the steel plate surface before hot rolling in view of the above-mentioned situation.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, as a result of doing various experiment and researches, this invention person etc. checks existing also in sprays, such as a spray for descaling which impulse force which exists in a water jet uses in order to make the steel plate surface into clarification, and came to make this invention paying attention to this impulse force acting to clarification on the surface of a steel plate, such as descaling, effectively.

[0010] A clarification method on the surface of a steel plate of this invention for attaining the above-mentioned purpose specifically In a clarification method on the surface of a steel plate which a liquid made to breathe out from a nozzle is made to collide on the surface of a steel plate, and makes this surface clarification It is characterized by making temperature of the surface of said steel plate into 850 degrees C or more, making a drop generated in a drop style field among said liquid flow made to breathe out from said nozzle collide with the surface of said steel plate, and making it clarification.

[0011] Moreover, a clarification method on the surface of a steel plate of this invention for attaining the above-mentioned purpose In a clarification method on the surface of a steel plate which a liquid made to breathe out from a nozzle is made to collide with the surface of a steel plate containing Si beyond 0.5wt%, and makes this surface clarification It is characterized by making temperature of the surface of said steel plate into 850 degrees C or more, making a drop generated in a drop style field among liquid flow made to breathe out from said nozzle on conditions with which a discharge pressure P and discharge quantity W fill a bottom type collide with the surface of said steel plate, and making it clarification.

[0012]  $P(\text{kg/cm}^2) \times W(\text{liter} / \text{cm}^2) \geq 0.8x (\text{wt\%Si})$

It is desirable to carry out distance L of a nozzle and the surface of a steel plate within limits which fill a bottom type here.

$yL \leq L \leq yHyH = 390000 / (x+360) + P / 5 - 960$   $yL = 390000 / (x+360) + P / 29 - 960$   $10 \leq x \leq 50P$ ; a discharge pressure of water (kg/cm<sup>2</sup>)

x; a flare angle of a nozzle (degree)

Moreover, in making a liquid breathe out, it is desirable to make it breathe out, after making a liquid rectify.

[0013] Furthermore, it is desirable to fluctuate distance of a nozzle and a steel plate according to the following formulas according to a change in a discharge pressure of a liquid.

$L = yy = 390000 / (x+360) + P / 10 - 960$  [0014]

[Function] According to this invention, it can remove, even if it is the scale which has the structure which eats

into a metal in the steel plate surface which made temperature 850 degree or more since the drop generated in the drop style field is made to collide, and the steel plate surface can be made into clarification. Moreover, since a liquid is made to breathe out and it is made to collide with the steel plate surface so that a discharge pressure  $P$  and discharge quantity  $W$  may fulfill predetermined conditions, even if the subscale layer of the characteristic structure in which the interface with steel became intricate intricately by Content Si is formed, in the case of the steel plate containing Si beyond 0.5wt%, this subscale layer can be removed, and it can make the steel plate surface clarification.

[0015] Here, by making it predetermined within the limits which described above the distance  $L$  on a nozzle and the surface of a steel plate, the optimal distance according to the discharge pressure of a liquid can be set up, and the steel plate surface is efficiently made to clarification. Moreover, since the distance  $L$  on a nozzle and the surface of a steel plate becomes long compared with the case where it is not made to rectify when a liquid is breathed out after making a liquid rectify, failure of the nozzle by the steel plate etc. can be prevented.

[0016] Furthermore, when the distance of a nozzle and a steel plate is fluctuated according to the change in the discharge pressure of a liquid, the optimal distance according to the discharge pressure of a liquid can be set up, and the steel plate surface is efficiently made to clarification. Next, a water jet is explained. The erosion operation of a water jet is stated to the "water jet technical lexicon" (edited by Water Jet Technology Society of Japan; Maruzen Co., Ltd. publication) in detail. Drawing 1 is the mimetic diagram showing the high-speed water jet property in mind of a water jet. the mind shown in drawing 1 by the water jet -- the crown -- if the drop in the drop style field of the Hayami jet property collides with collided material, an impulse wave is generated by sudden compression of a drop, there is the feature of carrying out erosion of the collided material by the water hammering by this impulse wave, and it is checked that the pressure buildup in a collision reaches by several or more times the injection pressure.

[0017] The outline of a jet mold nozzle in which drawing 2 (a) is used for a water jet, and (b) are the perspective diagrams showing the outline of the flat nozzle for descaling used with hot rolling. As shown in drawing 2, unlike the jet mold nozzle 12 used for a water jet, with the descaling nozzle 10 used with hot rolling, to pour water on full [ of hot-rolling material ] is needed. For this reason, the water 14 which installed the nozzle generally called a flat spray nozzle crosswise [ of hot-rolling material ], and injected it is opened crosswise [ of hot-rolling material ].

[0018] Next, the experiment used as the base of this invention is explained. In this experiment, the erosion experiment of an aluminum plate was conducted like the water jet using the flat spray nozzle. In the experiment, the amount by which set to 450kg/cm<sup>2</sup> of discharge pressures of water, and the flow rate of 100l. / min using the flat spray nozzle which has 30 degrees whenever [ angle-of-divergence ], and changed the distance (spray distance) of a nozzle and an aluminum plate, and erosion was carried out in 30 seconds was measured. This measurement was performed by searching for the weight difference of the aluminum plate before and behind an experiment. An experimental result is shown in drawing 3. It became clear that the diffusion field of a continuous-flow field, a drop style field, and a drop existed also in a flat spray nozzle like the case of a water jet, and a clear erosion peak existed.

[0019] Next, aluminum5052 was made into the sample using the same nozzle as the above-mentioned experiment, and it changed and experimented in the discharge pressure of water. Drawing 4 shows the experimental result and the axis of ordinate and the horizontal axis are the same as drawing 3. According to drawing 4, it turns out that it is moving to the one where the location 20 of an erosion peak is more distant than a nozzle with the rise of the discharge pressure of water, and change of the location of an erosion peak is proportional to a pressure.

[0020] Here, the component and physical-properties value of aluminum used for the experiment of drawing 3 and drawing 4 are shown in a table 1 and a table 2. Pure aluminum shown in a table 1 in the experiment of drawing 3 and aluminum5052 shown in a table 2 in the experiment of drawing 4 were used.

[0021]

[A table 1]

純Al (A1050)  
(wt%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Al
0.25	0.40	0.05	0.05	0.05	0.05	-	0.03	99.5以上

引張強さ 10 [kg/mm<sup>2</sup>]

ブリネル硬さ 26 [10/500]

[0022]

[A table 2]

A15052

(wt%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Al
0.25	0.40	0.10	0.10	2.2~ 2.8	0.10	0.15~ 0.35	0.03	残り

引張強さ 23 [kg/mm<sup>2</sup>]

ブリネル硬さ 60 [10/500]

A15052の方が材質的には強度が高く、壊食されにくい

[0023] aluminum5052 is made into a sample using the same nozzle as the above-mentioned experiment, and it is the discharge pressure of water 450kg/cm<sup>2</sup> It carried out and asked for the relation between the flare angle of water, and the location (distance from a nozzle, the optimal distance) of an erosion peak. This result is shown in drawing 5 and an axis of ordinate expresses the optimal distance. The relation of the discharge pressure of water and the location of an erosion peak can be expressed as  $y=390000/(x+360)+P / 10-960$  from drawing 4 and drawing 5 whenever [ angle-of-divergence ].

[0024] Here, it is the y; optimal distance (mm).

x; whenever [ angle-of-divergence / of the nozzle for descaling ] (degree: degree)

P; the discharge pressure of water (kg/cm<sup>2</sup>)

Moreover, the applicability of a top type becomes ten  $\leq x \leq 50$  degrees. While being able to check that the location of an erosion peak changes according to the discharge pressure of water from drawing 4, compared with the amount of erosion of a peak, it turns out that the range which is seldom inferior in the erosion force exists around the location of an erosion peak. Therefore, as for the range where the erosion force of a flat spray nozzle becomes 50 percent or more of erosion peak value, according to drawing 4, it turns out distance  $\leq y_H y_L = 390000/(x+360)+P/5-960 y_H = 390000 / (x+360)$  thing [ -960 ]  $+P/29$  on  $y_L \leq$  flat spray nozzle and the surface of a board.

[0025] Moreover, since it is a premise that the water breathed out from the flat spray nozzle acquires homogeneity flow rate distribution over the cross direction on the surface of a board, if a flat nozzle with whenever [ angle-of-divergence / of water / smaller than 10 degrees ] is adopted, the number of a nozzle will increase. On the other hand, if whenever [ angle-of-divergence / of the breathed-out water ] becomes larger than 50 degrees, although the number of a nozzle decreases, since its angle is too large, it has the defect that homogeneity flow rate distribution of the cross direction on the surface of a board becomes is hard to be acquired. Then, whenever [ angle-of-divergence / of a nozzle ] was limited to 50 or less degrees 10 degrees or more. Moreover, about the distance on a nozzle and the surface of a board, if a nozzle is too close to the board surface, a nozzle will contact the board surface, and will be damaged or we will be anxious about a crack occurring on the board surface etc. For this reason, although it is more desirable to have detached both if possible, it thinks from a point with very important for clarification on the surface of a board, such as descaling, generating the above-mentioned impulse force effectively, and it is desirable in layout of the system to set it as the range between the peak location of erosion and the location where impulse force is still effectively demonstrated rather than this peak location in a distant location.

[0026] Moreover, in accordance with the regurgitation conditions (for example, discharge pressure) of a spray, much more effective descaling can be carried out by setting up the optimal distance on a nozzle and the surface of a board. Next, the result of having conducted the erosion experiment of an aluminum plate by the flat spray nozzle with a rectifier and the rectifier-less flat spray nozzle is shown. In the experiment, the amount by which set to 450kg/cm<sup>2</sup> of discharge pressures of water, and the flow rate of 100l. / min using the flat spray nozzle which has 30 degrees whenever [ angle-of-divergence ], and changed the distance (spray distance) of a nozzle and an aluminum plate, and erosion was carried out in 30 seconds was measured. This measurement was performed as mentioned above by searching for the weight difference of the aluminum plate before and behind an experiment. An experimental result is shown in drawing 6 . As mentioned above, it became clear that the diffusion field of a continuous-flow field, a drop style field, and a drop existed also in a flat spray nozzle like the case of a water jet, and a clear erosion peak existed. Moreover, when it sees about the effect of a rectifier, with the conventional nozzle without a rectifier, the spray distance of an erosion peak is near 50mm, and the distance on a nozzle and the surface of a board is quite near. For this reason, a possibility that a nozzle and a board will contact by vibration of a board or change of thickness becomes quite high, and it turns out that it is the spray distance in which we are anxious about a crack occurring to failure and the board of a nozzle etc. On the other hand, with a nozzle with a rectifier, since the location of a nozzle where erosion serves as a peak is distant from the board surface, it can prevent that a crack occurs to failure and the board of a nozzle etc.

[0027] Next, the maximum temperature on the surface of a steel plate which hits carrying out clarification of the steel plate surface is explained. From the point of the erosion by the descaler, the one where the temperature of steel materials is higher is advantageous, in order that the reinforcement of the quality of the material may fall. However, the rise of temperature is not actually desirable in order to cause the rise of the fuel consumption rate of a heating furnace, and increase of the oxidation loss of the slab within a heating furnace. Therefore, the extract temperature actually needed in quality of the material with a heating furnace becomes rate-limiting, and the conditions of a descaler become what was doubled with the extract temperature.

[0028] Generally, the extract temperature of a heating furnace is a maximum of 1300 degrees C, and this serves as a maximum temperature on parenchyma. Moreover, although the minimum of quality-of-the-material-too temperature exists when carrying out descaling in front of a finishing mill, about a maximum, it does not exist clearly. However, the rise of this temperature as well as the above is not desirable in order to cause the rise of a fuel consumption rate, and increase of the oxidation loss of the slab within a heating furnace. This temperature is the highest substantially and is about 1100 degrees C.

[0029]

[Example] Hereafter, with reference to a drawing, the example of the clarification method on the surface of a steel plate of this invention is explained. Here, the example which applied the clarification method on the surface of a steel plate of this invention to descaling which exfoliates and removes a scale from the hot steel plate surface is explained. First, with reference to drawing 7 , the experiment which removed the scale from the steel plate of SS400 is explained. Drawing 7 is a graph which shows an experimental result, a horizontal axis expresses the skin temperature of a steel plate, and an axis of ordinate expresses the amount of erosion. Measurement of the amount of erosion was performed by searching for the weight difference of the steel plate before and behind an experiment.

[0030] In this experiment, the flat spray nozzle for descaling which has 30 degrees whenever [ angle-of-divergence ] was used, and distance from this nozzle to the steel plate surface was set to 100mm. According to drawing 7 , for the temperature of a steel plate, the discharge pressure of 850 degrees C or more and water is 300kg/cm<sup>2</sup>. It became clear that erosion of the steel plate was carried out to becoming above. Usually, for the sheet bar in front of a finishing mill, in order to be 900 degrees C or more in temperature and to carry out erosion of the surface of this sheet bar certainly, the discharge pressure of water is 300kg/cm<sup>2</sup>. It turns out that it is above required.

[0031] next, drawing 8 -- referring to -- Si -- 1.8wt(s)% -- the experiment which removed the scale from the steel plate to contain is explained as compared with a conventional method. This experiment carries out descaling using the erosion force, after adjusting an operating condition to Si content steel which is easy to generate a difficulty detachability scale called a red scale so that steel plate skin temperature may become 950 degrees C. Moreover, in this experiment, the flat spray nozzle for descaling which has 30 degrees whenever [ angle-of-divergence ] was used, and distance from this nozzle to the steel plate surface was set to 100mm. Drawing 8 is a graph which shows an experimental result, a horizontal axis expresses the product of the discharge pressure of water, and the amount of water breathed out to the unit surface of a steel plate, and an axis of ordinate expresses the rate of scale area exfoliation. Measurement of the rate of scale area exfoliation



was performed by searching for the difference of the scale area of the steel plate before and behind an experiment. Moreover, in the steel plate, 0.07wt%C and 1.7wt%Mn contain as components other than Si.

[0032] Good descaling can be carried out by setting up a required discharge pressure and required amount of water (amount of supply of the water per unit area of a steel plate) so that drawing 8 may show. Moreover, in the conventional method, in order to avoid that a steel plate contacts the nozzle for descaling at the time of passage of maintenance nature and a steel plate etc., since the distance of a nozzle and a steel plate was set as 200mm or more, generally, it was set as 200mm in this experiment. On the other hand by this invention method, distance is set up based on the experimental result shown in drawing 4. Both, modification of a flow rate corresponded, when law changed the aperture of a nozzle. As shown in drawing 8, when descaling with the application of this invention method, it became clear that scales decreased in number clearly compared with a conventional method. In addition, although the cure to the contact at the time of steel plate passage etc. is needed by this invention method in order that the distance of a nozzle and a steel plate may approach compared with a conventional method, the improvement in descaling nature is remarkable and the predominance is clear. Moreover, the discharge pressure of water is 1000kg/cm<sup>2</sup> when the maintenance nature and economical efficiency of equipment are taken into consideration. The following is enough. Moreover, although the example about Si content steel was shown, it is clear that it is flexible by using the principle of erosion also about other difficulty detachability scales.

[0033] next, drawing 9 -- referring to -- Si -- 0.6wt(s)% and 1.0wt% and 1.5wt% -- the experiment which removed the scale from three kinds of steel plates to contain is explained. Drawing 9 is a graph which shows an experimental result, and the horizontal axis and the axis of ordinate are the same as the graph of drawing 8. Moreover, experiment conditions are the same as the experiment of drawing 8. As shown in drawing 9, the content of Si follows on increasing, and since the initial complement which should be carried out erosion increases, the increment in the discharge pressure of water or the increment in amount of water is needed. Amount-of-water  $\geq 0.8x$  which carries out the regurgitation to the discharge-pressure  $\times$  steel plate surface of water according to drawing 9 (%Si) [a kg/cm<sup>2</sup> $\times$  liter / cm<sup>2</sup>  $\times$  %Si]

By carrying out, it became clear to the steel type containing Si beyond 0.5wt% that a red scale was completely removable. Moreover, the discharge pressure of water is 1000kg/cm<sup>2</sup> when the maintenance nature and economical efficiency of equipment are taken into consideration. The following is enough.

[0034] The above-mentioned example uses that the impulse force (water hammer force) which a water jet has also in the flat spray nozzle used for descaling exists, and carries out descaling in the optimal distance which can acquire the impulse force. Consequently, since the erosion of the ferrite in a scale and the bottom of it itself can be carried out according to the impulse force which a drop has, it is completely removable also about a scale which eats into a ferrite. Thereby, compared with the conventional method which exfoliates a scale using the collision force, the rate of scale area exfoliation improved greatly.

[0035] Next, the experiment which rectified and breathed out the flow of water is explained with reference to drawing 10, drawing 11, and drawing 12. In this experiment, the lead plate was used, discharge quantity of the water per unit area of 150kg/cm<sup>2</sup> and a lead plate was set to 78.0l / min for the discharge pressure of water using the flat spray nozzle for descaling which has 30 degrees whenever [ angle-of-divergence ], and the distance from a nozzle to the lead-plate surface was changed. The outline block diagram showing the flat spray nozzle which used drawing 10 for the experiment, the graph with which drawing 11 shows the relation between spray distance and the amount of erosion, and drawing 12 are graphs which show the relation between rectification distance and the peak location of erosion.

[0036] As shown in drawing 11 and drawing 12, when the length of a rectifier 30 (refer to drawing 10) was lengthened, the location which shows the peak of erosion also on the same nozzle conditions changed. The value tends to be saturated although the location of an erosion peak will become close to a nozzle if rectification distance is short, and the location of an erosion peak will become far from a nozzle gradually on the other hand, if rectification distance is lengthened. When carrying out descaling, the sheet bar bottom is not protected about the bottom, although protected with a roll. For this reason, when the transformed sheet bar thrusts in, the sheet bar collides with a nozzle tip 32 (refer to drawing 10), and there is a possibility of damaging a nozzle. Therefore, although to carry out the regurgitation of the water in the location distant from the sheet bar is desired, the effect of descaling is lost in the location which does not demonstrate the water hammer force. Then, the rectifier was formed, and since the water hammer force was generated in the location distant from the sheet bar if possible, it became clear that it was necessary to attach a long rectifier.

[0037] Next, the example which applied the clarification method on the surface of a steel plate of this invention to nickel content steel is explained. It experimented like [ steel / nickel content ] Si content steel. About nickel,

a red scale is generated in a value higher than the content of Si. According to drawing 13, descaling conditions required to remove a scale like also to nickel are as follows.

[0038] Amount-of-water  $\geq 0.4x$  which carries out the regurgitation to the discharge-pressure x steel plate surface of water [%nickel]

[A kg/cm<sup>2</sup> x liter / cm<sup>2</sup> x%nickel]

Moreover, generally there is (FSB; secondary descaling) in descaling (RSB; removal of the primary scale generated within the heating furnace) in a heating furnace outlet (before a rougher) and descaling before a finishing mill in descaling. when it is indispensable to carry out high-pressure descaling by FSB in the case of Si content steel, but plain steel and removing a primary scale firmly by RSB in a steel type in addition to this lose a scale pit -- very much -- effective -- this technique (extra-high voltage DESUKE) -- RSB and FSB -- it is effective even if it adopts it as any.

[0039]

[Effect of the Invention] Since the drop of a drop style field is made to collide with the surface which made skin temperature 850 degrees C or more as explained above according to the clarification method on the surface of a steel plate of this invention, it becomes possible to remove certainly about the scale of difficulty detachability which was not able to exfoliate conventionally, for example, generating of the scale crack in hot rolled sheet steel can be prevented beforehand.

[0040] Moreover, since a liquid is made to breathe out and it is made to collide with the steel plate surface so that a discharge pressure P and discharge quantity W may fulfill predetermined conditions, even if the subscale layer of the characteristic structure in which the interface with steel became intricate intricately by Content Si is formed, in the case of the steel plate containing Si beyond 0.5wt%, this subscale layer can be removed, and it can make the steel plate surface clarification.

[0041] Furthermore, when it is made predetermined within the limits which described above the distance on a nozzle and the surface of a steel plate, the optimal distance according to the discharge pressure of a liquid can be set up, and the steel plate surface is efficiently made to clarification. Since the distance on a nozzle and the surface of a steel plate becomes long compared with the case where it is not made to rectify when a liquid is breathed out further again after making a liquid rectify, failure of the nozzle by the steel plate etc. can be prevented.

[0042] When the distance of a nozzle and a steel plate is fluctuated according to the change in the discharge pressure of a liquid, the optimal distance according to the discharge pressure of a liquid can be set up, and the steel plate surface is efficiently made to clarification further again.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is the mimetic diagram showing the high-speed water jet property in mind of a water jet.
- [Drawing 2] The outline of a jet mold nozzle in which (a) is used for a water jet, and (b) are the perspective diagrams showing the outline of the flat spray nozzle for descaling used with hot rolling.
- [Drawing 3] It is the graph which shows the result of having conducted the erosion experiment of an aluminum plate using the flat spray nozzle.
- [Drawing 4] It is the graph which shows the result of having used the flat spray nozzle, having changed the discharge pressure of water, and having conducted the erosion experiment of the board made from aluminum5052.
- [Drawing 5] A flat spray nozzle is used and it is the discharge pressure of water 450kg/cm<sup>2</sup> It is the graph which shows the experimental result which carried out and made the board made from aluminum5052 the sample.
- [Drawing 6] It is the graph which shows the result of having conducted the erosion experiment of an aluminum plate by the spray nozzle with a rectifier, and the rectifier-less spray nozzle.
- [Drawing 7] It is the graph which shows the experimental result which removed the scale from the steel plate made from SS400.
- [Drawing 8] Si -- 1.5wt(s)% -- it is the graph which shows the experiment which removed the scale from the steel plate to contain as compared with a conventional method.
- [Drawing 9] Si -- 0.6wt(s)% and 1.0wt% and 1.5wt% -- it is the graph which shows the experimental result which removed the scale from three kinds of steel plates to contain.
- [Drawing 10] It is the outline block diagram showing the flat spray nozzle used for the experiment which was made to rectify the flow of water and was breathed out.
- [Drawing 11] It is the graph which shows the relation between spray distance and the amount of erosion among the results in which it experimented using the flat spray nozzle shown in drawing 10 .
- [Drawing 12] It is the graph which shows the relation between rectification distance and the peak location of erosion among the results in which it experimented using the flat spray nozzle shown in drawing 10 .
- [Drawing 13] nickel -- 1.1wt(s)% and 2.0wt% and 3.0wt% -- it is the graph which shows the experimental result which removed the scale from three kinds of steel plates to contain.

## [Description of Notations]

- 30 Rectifier
- 32 Nozzle Tip

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-24937

(43) 公開日 平成8年(1996)1月30日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 B 45/08		F 7726-4E		
		B 7726-4E		
45/00		L 7726-4E		
C 2 3 G 5/00				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-165408

(22) 出願日 平成6年(1994)7月18日

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 清水 益人

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社鉄鋼開発・生産本部千葉製鉄所内

(72) 発明者 青山 直俊

千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社鉄鋼開発・生産本部千葉製鉄所内

(74) 代理人 弁理士 小杉 佳男 (外2名)

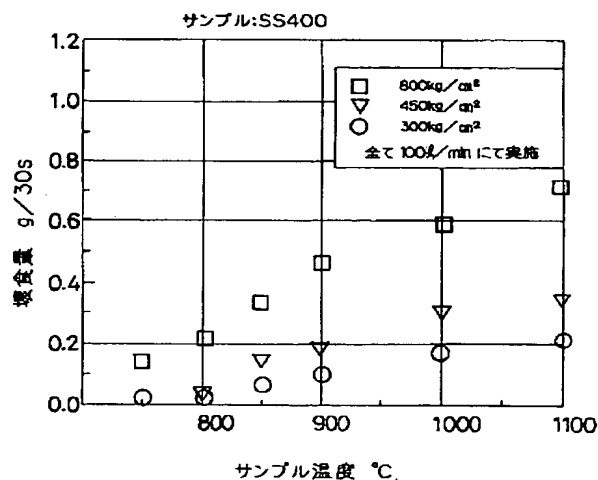
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼板表面の清浄方法

(57) 【要約】

【目的】 熱間圧延前の鋼板表面からスケールを除去するのに好適な鋼板表面の清浄方法を提供する。

【構成】 広がり角度30度をもつデスケリング用のフラットスプレーノズルを使用し、このノズルから鋼板表面までの距離を100mmにした。また、鋼板の温度を850℃以上、水の吐出圧力が300kg/cm<sup>2</sup>以上にした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズルから吐出させた液体を鋼板の表面に衝突させて該表面を清浄にする鋼板表面の清浄方法において、

前記鋼板の表面の温度を850℃以上にし、前記ノズルから吐出させた前記液体の流れのうち液滴流領域で生成した液滴を前記鋼板の表面に衝突させて清浄にすることを特徴とする鋼板表面の清浄方法。

【請求項2】 ノズルから吐出させた液体を、0.5wt%以上のSiを含有する鋼板の表面に衝突させて該表面を清浄にする鋼板表面の清浄方法において、

前記鋼板の表面の温度を850℃以上にし、吐出圧力Pと吐出量Wが下式を満たす条件で前記ノズルから吐出させた液体の流れのうち液滴流領域で生成した液滴を前記鋼板の表面に衝突させて清浄にすることを特徴とする鋼板表面の清浄方法。

$$P(\text{kg/cm}^2) \times W(\text{リットル/cm}^2) \geq 0.8 \times (\text{wt\% Si})$$

【請求項3】 前記ノズルと前記鋼板の表面との距離Lを、下式を満たす範囲内にすることを特徴とする請求項1又は2記載の鋼板表面の清浄方法。

$$y_1 \leq L \leq y_n$$

$$y_n = 390000 / (x + 360) + P / 5 - 960$$

$$y_1 = 390000 / (x + 360) + P / 29 - 960$$

P：水の吐出圧力(kg/cm<sup>2</sup>)

x：ノズルの拡がり角度(度)

$$10^\circ \leq x \leq 50^\circ$$

【請求項4】 液体を整流させた後に前記ノズルから前記液体を吐出させることを特徴とする請求項1、2、又は3記載の鋼板表面の清浄方法。

【請求項5】 前記液体の前記吐出圧力の増減に応じて、前記ノズルと前記鋼板との距離を以下の式に従って増減することを特徴とする請求項1、2、3、又は4記載の鋼板表面の清浄方法。

$$L = y$$

$$y = 390000 / (x + 360) + P / 10 - 960$$

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、鋼板表面を清浄にする鋼板表面の清浄方法に関し、例えば、熱間圧延前の鋼板表面からスケールを除去するに当たって好適に使用される鋼板表面の清浄方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】熱間圧延による熱延鋼板の製造に当たっては、素材スラブを酸化性雰囲気中の加熱炉に装入し、通常1100～1400℃で数時間にわたり加熱し、粗圧延機で熱間圧延する。数時間の高温加熱によって素材スラブの表面に一次スケールが生成するが、この一次スケールが十分剥離されないままの状態では素材スラブが熱間

圧延されると、製品の表面にスケールが食い込みスケール疵となって残る。このようなスケール疵が発生すると表面性状が著しく損なわれると共に曲げ加工の際等にクラックの起点となるため、製品の品質に重大な弊害を及ぼす。そこで、スケール疵の発生を防止する方法が従来から提案されており、例えば、約100～150(kg/cm<sup>2</sup>)の圧力で水を噴射する水ジェットデスケーリング装置(以下、デスケラーと呼ぶ)を圧延ラインに配置し、このデスケラーから鋼板表面に高圧水を噴射し、鋼板表面に生成されたスケールを剥離・除去した後には圧延する方法が知られている。

【0003】しかし、スケール剥離性の良否は、水圧等のデスケラーの操作条件の他にスケールの性状、即ちスケールの組成や構造等によって強く影響される。特に、Si(シリコン)含有量の多い鋼に生成する一次スケールは、甚だしく剥離しがたくなることが知られている。この原因は、高温加熱によって鋼が酸化される際に、鋼中のSiが選択酸化を受けて熱可塑性の大きい2FeO・SiO<sub>2</sub>(フェライト)の組成が生成され、鋼との界面が複雑に入り組んだ特有な構造のサブスケール層が形成されるからである。例えばSiを0.1%以上含有する鋼を熱処理すると、上記したサブスケールの生成量が著しく多くなる。このサブスケールは上述したように容易に除去できないため、圧延後の製品表面に無数のスケール疵が残り、製品の商品価値を著しく低下させる。また、一次スケールを除去した後に生じる二次スケールは、上記した高圧水を噴射する方法では十分に剥離されず、この結果、スケール疵が発生することが多い。

【0004】上記の問題を解決する技術として、特公昭60-1085号公報に「SiO<sub>2</sub> 10～4.00%含有の鋼からなるスラブを熱間圧延して熱延鋼板を製造するに際し、圧延開始時点から起算した累積圧下率が65%以上となり、かつ鋳片温度が1000℃以上にある圧延期間内において、80～250kg/cm<sup>2</sup>の高圧水ジェットによるデスケーリングを累積時間にして0.04秒以上施すことを特徴とする含Si鋼の熱間圧延時のデスケーリング方法」が開示されている。また、特開平4-238620号公報には「難剥離性スケール鋼種に熱間圧延を施して熱延鋼板を製造するに際し、仕上げ圧延前に、単位散布面積あたりの衝突圧が20g/mm<sup>2</sup>以上40g/mm<sup>2</sup>以下で、かつ流量が0.1リットル/min・mm<sup>2</sup>以上0.2リットル/min・mm<sup>2</sup>以下の高圧水スプレーを鋼板表面に噴射することを特徴とするデスケーリング方法」が開示されている。

【0005】また、難剥離性スケールを剥離・除去するためのノズルとして、特開平5-261426号公報に「整流液流路が長尺に構成されてなるデスケーリングノズル」が提案されており、整流器を有するデスケーリングノズルは、従来のノズルに比べ衝突力が増加するた

め、難剥離性スケール鋼種に対し有効であることが開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記した従来技術のうち特公昭60-1085号公報に開示された技術では、1000℃以上という高温のFET (Finisher Entry Temperature: 仕上圧延直前温度) を確保する必要があるため、加熱炉から高温で鋼板を抽出することが必要となり、原単位が悪化したりスケールロスが増加するという問題がある。しかも、圧下率やデスケール時間に種々の制約が生じ、圧延作業も繁雑になる。

【0007】また、上記した特開平4-238620号公報に開示された技術では、高圧水スプレーの衝突圧及び水量密度が規定されており、瞬間的な衝突力によりスケールの剥離が行われ、スケールの剥離量は、高圧水スプレーの衝突圧に依存すると考えられている。この考え方については「鉄と鋼」第77年(1991)第9号に記載された論文「熱間圧延における高圧水脱スケール時の衝突圧」に詳しく述べられており、この論文には、高圧水によるスケールの急冷作用に伴う熱膨張差と各種の鋼に生成されたスケールを剥離するための最低衝突圧とを考慮することにより良好な脱スケールが実施されることが開示されている。しかし、上記の技術によればスケールのうち大部分のものが剥離されるが、地金に食い込むような構造を持つものは除去されずに残る。このため、圧延後にも赤スケールと呼ばれるスケール疵が残り、このスケール疵はSi含有量が多くなるほど顕著になるという問題がある。

【0008】また、上記した特開平5-261426号公報には、整流器付きデスケリングノズルの構造や性能については開示されているが、例えばノズルと鋼板表面との最適距離など、熱延工場における使用方法是開示されていない。本発明は、上記事情に鑑み、例えば熱間圧延前の鋼板表面からスケールを除去するのに好適な鋼板表面の清浄方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記目的を達成するために種々の実験・研究を行った結果、ウォータージェットに存在する衝撃力が、鋼板表面を清浄するために使用するデスケリング用スプレー等のスプレーにも存在することを確認し、この衝撃力がデスケリング等の鋼板表面の清浄に効果的に作用することに着目し、本発明をなすに至った。

【0010】具体的には、上記目的を達成するための本発明の鋼板表面の清浄方法は、ノズルから吐出させた液体を鋼板の表面に衝突させて該表面を清浄にする鋼板表面の清浄方法において、前記鋼板の表面の温度を850℃以上にし、前記ノズルから吐出させた前記液体の流れのうち液滴流領域で生成した液滴を前記鋼板の表面に衝

突させて清浄にすることを特徴とするものである。

【0011】また、上記目的を達成するための本発明の鋼板表面の清浄方法は、ノズルから吐出させた液体を、0.5wt%以上のSiを含有する鋼板の表面に衝突させて該表面を清浄にする鋼板表面の清浄方法において、前記鋼板の表面の温度を850℃以上にし、吐出圧力Pと吐出量Wが下式を満たす条件で前記ノズルから吐出させた液体の流れのうち液滴流領域で生成した液滴を前記鋼板の表面に衝突させて清浄にすることを特徴とするものである。

【0012】 $P(\text{kg/cm}^2) \times W(\text{リットル/cm}^2) \geq 0.8 \times (\text{wt\% Si})$

ここで、ノズルと鋼板の表面との距離Lを、下式を満たす範囲内にすることが好ましい。

$y_1 \leq L \leq y_2$

$y_1 = 390000 / (x + 360) + P / 5 - 960$

$y_2 = 390000 / (x + 360) + P / 29 - 960$

$10 \leq x \leq 50$

20 P: 水の吐出圧力 (kg/cm<sup>2</sup>)

x: ノズルの拡がり角度 (度)

また、液体を吐出させるに当たっては、液体を整流させた後に吐出させることが好ましい。

【0013】さらに、液体の吐出圧力の増減に応じて、以下の式に従ってノズルと鋼板との距離を増減することが好ましい。

$L = y$

$y = 390000 / (x + 360) + P / 10 - 960$

【0014】

30 【作用】本発明によれば、温度を850℃以上にした鋼板表面に、液滴流領域で生成した液滴を衝突させるので、地金に食い込むような構造を持つスケールであっても除去でき、鋼板表面を清浄にすることができる。また、0.5wt%以上のSiを含有する鋼板の場合は、吐出圧力Pと吐出量Wが所定の条件を満たすように液体を吐出させて鋼板表面に衝突させるので、含有Siにより、鋼との界面が複雑に入り組んだ特有な構造のサブスケール層が形成されても、このサブスケール層を除去して鋼板表面を清浄にすることができる。

40 【0015】ここで、ノズルと鋼板表面との距離Lを上記した所定範囲内にすることで、液体の吐出圧力に応じた最適な距離を設定でき、効率よく鋼板表面を清浄にできる。また、液体を整流させた後に液体を吐出した場合は、整流させない場合に比べノズルと鋼板表面の距離Lが長くなるので、鋼板によるノズルの破損等を防止できる。

50 【0016】さらに、液体の吐出圧力の増減に応じてノズルと鋼板の距離を増減した場合は、液体の吐出圧力に応じた最適な距離を設定でき、効率よく鋼板表面を清浄にできる。次に、ウォータージェットについて説明す

る。ウォータージェットの壊食作用については、「ウォータージェット技術辞典」(日本ウォータージェット学会編;丸善株式会社出版)に詳しく述べられている。図1はウォータージェットの気中高速水噴流特性を示す模式図である。ウォータージェットでは、図1に示される気中高速水噴流特性の液滴流領域における液滴が被衝突材に衝突すると、液滴の急圧縮により衝撃波を発生し、この衝撃波による水撃作用によって被衝突材を壊食するという特徴があり、衝突面での圧力上昇は噴射圧力の数倍以上に達することが確認されている。

【0017】図2(a)はウォータージェットに使用される噴流型ノズルの概略、(b)は熱間圧延で使用されるデスケリング用のフラットノズルの概略を示す斜視図である。図2に示されるように、熱間圧延で使用されるデスケリングノズル10では、ウォータージェットに使用される噴流型ノズル12と異なり、熱延材の全幅に水をかけることが必要とされる。このため、一般的にフラットスプレーノズルと呼ばれるノズルを熱延材の幅方向に設置して噴射した水14を熱延材の幅方向に広げている。

【0018】次に、本発明の基礎となった実験について説明する。この実験では、フラットスプレーノズルを用いてウォータージェットと同様にアルミニウム板の壊食\*

純A1 (A1050)  
(wt%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Al
0.25	0.40	0.05	0.05	0.05	0.05	-	0.03	99.5以上

引張強さ 10 [kg/mm<sup>2</sup>]  
ブリネル硬さ 26 [10/500]

【0022】

※ ※ 【表2】

A15052  
(wt%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Al
0.25	0.40	0.10	0.10	2.2~ 2.8	0.10	0.15~ 0.35	0.03	残り

引張強さ 23 [kg/mm<sup>2</sup>]  
ブリネル硬さ 60 [10/500]

A15052の方が材質的には強度が高く壊食されにくい

【0023】上記の実験と同じノズルを用いてA15052をサンプルにして水の吐出圧力を450 kg/cm<sup>2</sup>とし、水の拡がり角度と壊食ピークの位置(ノズルからの距離、最適距離)との関係を求めた。この結果を図5に示し、縦軸は最適距離を表す。拡がり角度、水の吐

\*実験を実施した。実験では、広がり角度30度をもつフラットスプレーノズルを用いて水の吐出圧力450 kg/cm<sup>2</sup>、流量100リットル/minとし、ノズルとアルミニウム板との距離(スプレー距離)を変えて30秒間に壊食された量を測定した。この測定は、実験前後のアルミニウム板の重量差を求めることにより行った。実験結果を図3に示す。ウォータージェットの場合と同様にフラットスプレーノズルにおいても連続流領域・液滴流領域・液滴の拡散領域が存在し、明らかな壊食ピークが存在することが判明した。

【0019】次に、上記の実験と同じノズルを用いてA15052をサンプルにして水の吐出圧力を変えて実験した。図4は実験結果を示しており、縦軸、横軸は図3と同じである。図4によれば、水の吐出圧力の上昇に伴い壊食ピークの位置20がノズルよりも遠い方に移動しており、壊食ピークの位置の変化が圧力に比例していることがわかる。

【0020】ここで、図3及び図4の実験に用いたA1の成分と物性値を表1及び表2に示す。図3の実験では表1に示す純A1、図4の実験では表2に示すA15052を用いた。

【0021】

【表1】

吐出力、及び壊食ピークの位置の関係は、図4、図5から、

$y = 390000 / (x + 360) + P / 10 - 960$ と表せる。

【0024】ここで、y:最適距離(mm)

$x$  : 脱スケール用ノズルの広がり角度 (degree : 度)

$P$  : 水の吐出圧力 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

また、上式の適用範囲は、 $10^\circ \leq x \leq 50^\circ$  となる。図4から、水の吐出圧力に応じて喰食ピークの位置が変化することが確認できると共に喰食ピークの位置の周辺にはピークの喰食量に比べ、喰食力があまり劣らない範囲が存在することがわかる。従って、図4によれば、フラットスプレーノズルの喰食力が喰食ピーク値の5割以上になる範囲は、

$$y_1 \leq \text{フラットスプレーノズルと板表面との距離} \leq y_2$$

$$y_1 = 390000 / (x + 360) + P / 5 - 960$$

$$y_2 = 390000 / (x + 360) + P / 29 - 960$$

であることが判る。

【0025】また、フラットスプレーノズルから吐出した水は、板表面の幅方向にわたって均一流量分布を得ることが前提であるため、水の広がり角度が $10^\circ$ より小さいフラットノズルを採用するとノズルの個数が増大する。一方、吐出した水の広がり角度が $50^\circ$ よりも大きくなると、ノズルの個数は減少するが角度が広すぎるため板表面の幅方向の均一流量分布が得られ難くなるという欠点を有している。そこで、ノズルの広がり角度を $10^\circ$ 以上 $50^\circ$ 以下に限定した。また、ノズルと板表面との距離については、ノズルが板表面に近すぎるとノズルが板表面に接触して破損したり、板表面に疵が発生するなどが懸念される。このため、両者をなるべく離している方が望ましいが、上記の衝撃力を有効に発生させることがデスケーリング等の板表面の清浄に非常に重要である点から考えて、実機的设计においては、喰食のピーク位置とこのピーク位置よりも遠い位置でまだ衝撃力が有効に発揮される位置との間の範囲に設定することが望ましい。

【0026】また、スプレーの吐出条件（例えば、吐出圧力）にあわせ、ノズルと板表面との最適な距離を設定することにより、一層有効なデスケーリングを実施することができる。次に、整流器つきフラットスプレーノズルと整流器無しフラットスプレーノズルでアルミニウム板の喰食実験をした結果を示す。実験では、広がり角度 $30^\circ$ をもつフラットスプレーノズルを用いて水の吐出圧力 $450 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 、流量 $100 \text{ リットル}/\text{min}$ とし、ノズルとアルミニウム板との距離（スプレー距離）を変えて30秒間に喰食された量を測定した。この測定は、上述のように、実験前後のアルミニウム板の重量差を求めることにより行った。実験結果を図6に示す。上述したように、ウォータージェットの場合と同様にフラットスプレーノズルにおいても連続流領域・液滴流領域・液滴の拡散領域が存在し、明らかな喰食ピークが存在することが判明した。また、整流器の効果についてみると、整流器のない従来のノズルでは、喰食ピーク

のスプレー距離が $50 \text{ mm}$ 付近にあって、ノズルと板表面との距離はかなり近い。このため、板の振動や厚みの変化によりノズルと板が接触する可能性がかなり高くなり、ノズルの破損や板に疵が発生する等が懸念されるスプレー距離であることがわかる。一方、整流器つきノズルでは、喰食がピークとなるノズルの位置は板表面から離れているため、ノズルの破損や板に疵が発生する等を防止できる。

【0027】次に、鋼板表面を清浄するに当たっての鋼板表面の上限温度について説明する。デスケラーによる喰食の点からは、鋼材の温度が高い方が材質の強度が落ちるため、有利である。しかしながら現実的には温度の上昇は加熱炉の燃料原単位の上昇及び加熱炉内でのスラブの酸化ロスの増大を招くため望ましくない。そのため現実的には加熱炉で材質的に必要とされる抽出温度が律速となり、デスケラーの条件はその抽出温度に合わせたものとなる。

【0028】一般的には加熱炉の抽出温度は最高で $1300^\circ\text{C}$ であり、これが実質上の最高温度となる。また、仕上げ圧延機の前でデスケーリングを実施する場合はやはり材質的な温度の下限が存在するが、上限については明確には存在しない。しかし、この温度の上昇も、上記と同様に、燃料原単位の上昇及び加熱炉内でのスラブの酸化ロスの増大を招くため望ましくない。この温度は実質的には最高で、 $1100^\circ\text{C}$ 程度である。

【0029】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の鋼板表面の清浄方法の実施例を説明する。ここでは、本発明の鋼板表面の清浄方法を、高温の鋼板表面からスケールを剥離・除去するデスケーリングに適用した例を説明する。先ず、図7を参照して、SS400の鋼板からスケールを除去した実験を説明する。図7は実験結果を示すグラフであり、横軸は鋼板の表面温度を表し、縦軸は喰食量を表す。喰食量の測定は、実験前後の鋼板の重量差を求めることにより行った。

【0030】この実験では、広がり角度 $30^\circ$ をもつデスケーリング用のフラットスプレーノズルを使用し、このノズルから鋼板表面までの距離を $100 \text{ mm}$ にした。図7によれば、鋼板の温度が $850^\circ\text{C}$ 以上、水の吐出圧力が $300 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上になると鋼板が喰食されることが判明した。通常、仕上げ圧延機前のシートバーは $900^\circ\text{C}$ 以上の温度であり、このシートバーの表面を確実に喰食させるためには水の吐出圧力が $300 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上必要であることがわかる。

【0031】次に、図8を参照してSiを $1.8 \text{ wt}\%$ 含有する鋼板からスケールを除去した実験を従来法と比較して説明する。この実験は、赤スケールという難剥離性スケールを生成し易いSi含有鋼に対し、鋼板表面温度が $950^\circ\text{C}$ になるように操業条件を調整した後、喰食力を利用してデスケーリングを実施したものである。ま



た、この実験では、広がり角度30度をもつデスケーリング用のフラットスプレーノズルを使用し、このノズルから鋼板表面までの距離を100mmにした。図8は実験結果を示すグラフであり、横軸は水の吐出圧力と鋼板の単位表面へ吐出した水量との積を表し、縦軸はスケール面積剥離率を表す。スケール面積剥離率の測定は、実験前後の鋼板のスケール面積の差を求めることにより行った。また、鋼板には、Si以外の成分として、0.07wt% C、1.7wt% Mnが含有されている。

【0032】図8からわかるように、必要な吐出圧力と必要な水量（鋼板の単位面積当りへの水の供給量）を設定することにより良好な脱スケールを実施できる。また、従来法では、メンテナンス性及び鋼板の通過時にデスケール用ノズルに鋼板が接触すること等を避けるため、一般にノズルと鋼板の距離は200mm以上に設定されるため、本実験においては200mmに設定した。一方本発明方法では、図4に示される実験結果に基づいて距離を設定している。両方法とも流量の変更は、ノズルの口径を変更することにより対応した。図8に示されるように、本発明法を適用してデスケールを実施した場合、従来法に比べ明らかにスケールが減少することが判明した。尚、本発明法では従来法に比べノズルと鋼板との距離が近づくため鋼板通過時の接触等への対策が必要となるが、脱スケール性の向上は顕著であり、その優位性は明白である。また、水の吐出圧力は、設備のメンテナンス性及び経済性を考慮すると、1000kg/cm<sup>2</sup>未満で十分である。また、Si含有鋼に関する例を示したが、他の難剥離性スケールに関しても壊食の原理を利用することで汎用性があることは明らかである。

【0033】次に、図9を参照してSiを0.6wt%、1.0wt%、1.5wt%含有する3種類の鋼板からスケールを除去した実験を説明する。図9は実験結果を示すグラフであり、横軸、縦軸は図8のグラフと同じである。また、実験条件も、図8の実験と同じである。図9に示されるように、Siの含有量が増加するに伴って壊食すべき必要量が増加するため、水の吐出圧力の増加又は水量の増加が必要となる。図9によれば、水の吐出圧力×鋼板表面へ吐出する水量 $\geq 0.8 \times (\% Si) [kg/cm^2 \times \text{リットル}/cm^2 \times \% Si]$ とすることにより、0.5wt%以上のSiを含有する鋼種に対し、赤スケールを完全に除去できることが判明した。また、水の吐出圧力は、設備のメンテナンス性及び経済性を考慮すると、1000kg/cm<sup>2</sup>未満で十分である。

【0034】上記実施例は、デスケーリングに使用するフラットスプレーノズルにおいてもウォータージェットがもつ衝撃力（水撃力）が存在することを利用し、その衝撃力を得られる最適距離でデスケーリングを実施したものである。この結果、液滴の持つ衝撃力により、スケールならびにその下にある地鉄自身をも壊食できるた

め、地鉄に食い込むようなスケールについても完全に除去できる。これにより、衝突力を利用してスケールの剥離を実施する従来法に比べ、スケール面積剥離率が大きく向上した。

【0035】次に、図10、図11、及び図12を参照して、水の流れを整流して吐出した実験を説明する。この実験では、鉛板を使用し、広がり角度30度をもつデスケーリング用のフラットスプレーノズルを用い、水の吐出圧力を150kg/cm<sup>2</sup>、鉛板の単位面積当たりへの水の吐出量を78.0リットル/minとし、ノズルから鉛板表面までの距離を変えた。図10は実験に使用したフラットスプレーノズルを示す概略構成図、図11はスプレー距離と壊食量の関係を示すグラフ、図12は整流距離と壊食のピーク位置との関係を示すグラフである。

【0036】図11、図12に示されるように、整流器30（図10参照）の長さを長くすると、同じノズル条件でも壊食のピークを示す位置が変化した。整流距離が短いと壊食ピークの位置はノズルに近くなり、一方、整流距離を長くすると次第に壊食ピークの位置はノズルから遠くなるがその値は飽和する傾向にある。デスケーリングを実施する場合、シートバーの下側はロールでプロテクトされているが、上側についてはプロテクトされていない。このため、変形したシートバーが突っ込んでくると、シートバーがノズルチップ32（図10参照）に衝突し、ノズルを破損するおそれがある。従って、シートバーから離れた位置で水を吐出することが望まれるが、水撃力を発揮しない位置ではデスケーリングの効果が無くなる。そこで、整流器を設けて、なるべくシートバーから離れた位置で水撃力を発生するために長尺の整流器を取り付ける必要があることが判明した。

【0037】次に、Ni含有鋼に本発明の鋼板表面の清浄方法を適用した実施例を説明する。Ni含有鋼についてもSi含有鋼と同様に実験を実施した。NiについてはSiの含有量よりも高い値で赤スケールが発生する。図13によれば、Niに対してもSiと同様にスケールを除去するのに必要なデスケーリング条件は以下のようになる。

【0038】水の吐出圧力×鋼板表面へ吐出する水量 $\geq 0.4 \times [\% Ni]$

$[kg/cm^2 \times \text{リットル}/cm^2 \times \% Ni]$

また、一般的にデスケーリングには、加熱炉出口（粗圧延機前）でのデスケーリング（RSB；加熱炉内で発生した一次スケールの除去）と仕上げ圧延機前デスケーリングでの（FSB；二次スケール除去）がある。Si含有鋼の場合はFSBで高圧のデスケーリングを実施することが必須であるが、普通鋼やその他鋼種においてRSBで一次スケールをしっかりと除去することはスケール傷を無くす上で非常に有効であり、本手法（超高压デスケ）はRSB、FSBいずれに採用しても有効である。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように本発明の鋼板表面の清浄方法によれば、表面温度を850℃以上にした表面に液滴流領域の液滴を衝突させるので、従来剥離不可能であった難剥離性のスケールについて確実に除去することが可能となり、例えば熱延鋼板におけるスケール疵の発生を未然に防止することができる。

【0040】また、0.5wt%以上のSiを含有する鋼板の場合は、吐出圧力Pと吐出量Wが所定の条件を満たすように液体を吐出させて鋼板表面に衝突させるので、含有Siにより、鋼との界面が複雑に入り組んだ特有な構造のサブスケール層が形成されても、このサブスケール層を除去して鋼板表面を清浄にすることができる。

【0041】さらに、ノズルと鋼板表面との距離を上記した所定範囲内にした場合は、液体の吐出圧力に応じた最適な距離を設定でき、効率よく鋼板表面を清浄にできる。さらにまた、液体を整流させた後に液体を吐出した場合は、整流させない場合に比べノズルと鋼板表面の距離が長くなるので、鋼板によるノズルの破損等を防止で

きる。

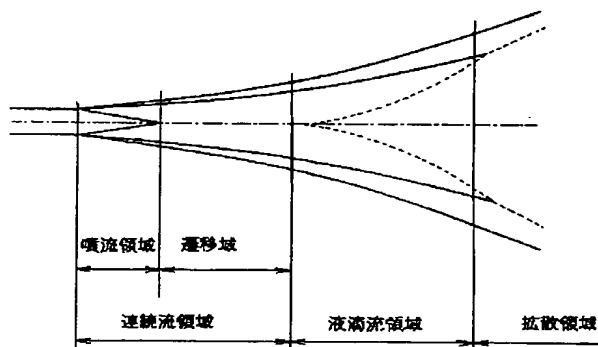
【0042】さらにまた、液体の吐出圧力の増減に応じてノズルと鋼板の距離を増減した場合は、液体の吐出圧力に応じた最適な距離を設定でき、効率よく鋼板表面を清浄にできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ウォータージェットの高中高速水噴流特性を示す模式図である。

【図2】(a)はウォータージェットに使用される噴流型ノズルの概略、(b)は熱間圧延で使用されるデスケールリング用のフラットスプレーノズルの概略を示す斜視図である。

【図1】



\*【図3】フラットスプレーノズルを用いてアルミニウム板の壊食実験をした結果を示すグラフである。

【図4】フラットスプレーノズルを使用し、水の吐出圧力を変えてA15052製の板の壊食実験をした結果を示すグラフである。

【図5】フラットスプレーノズルを使用し、水の吐出圧力を450kg/cm<sup>2</sup>としてA15052製の板をサンプルにした実験結果を示すグラフである。

【図6】整流器つきスプレーノズルと整流器無しスプレーノズルでアルミニウム板の壊食実験をした結果を示すグラフである。

【図7】SS400製の鋼板からスケールを除去した実験結果を示すグラフである。

【図8】Siを1.5wt%含有する鋼板からスケールを除去した実験を従来法と比較して示すグラフである。

【図9】Siを0.6wt%、1.0wt%、1.5wt%含有する3種類の鋼板からスケールを除去した実験結果を示すグラフである。

【図10】水の流れを整流させて吐出した実験に使用したフラットスプレーノズルを示す概略構成図である。

【図11】図10に示されるフラットスプレーノズルを使用して実験した結果のうちスプレー距離と壊食量の関係を示すグラフである。

【図12】図10に示されるフラットスプレーノズルを使用して実験した結果のうち整流距離と壊食のピーク位置との関係を示すグラフである。

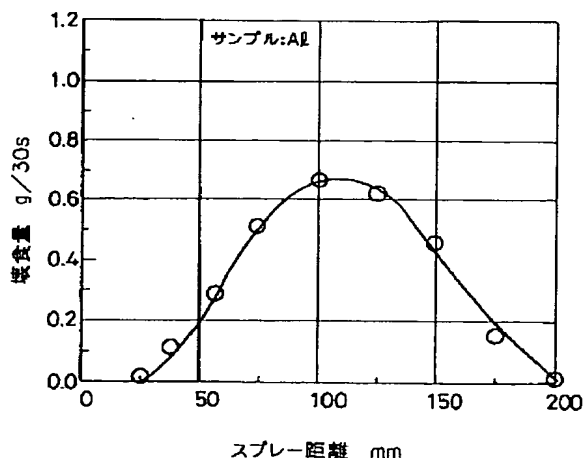
【図13】Niを1.1wt%、2.0wt%、3.0wt%含有する3種類の鋼板からスケールを除去した実験結果を示すグラフである。

【符号の説明】

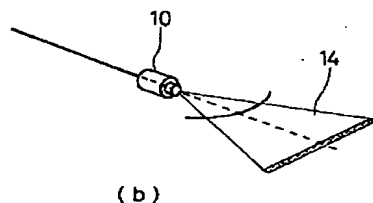
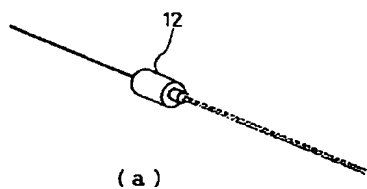
30 整流器

32 ノズルチップ

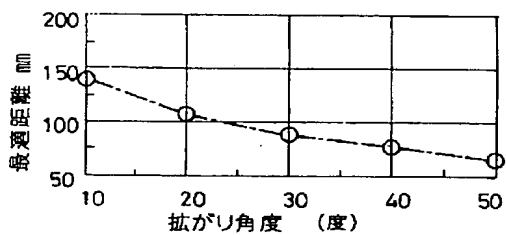
【図3】



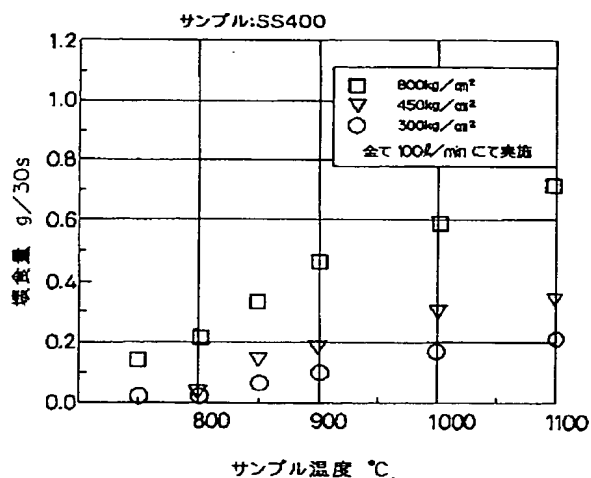
【図2】



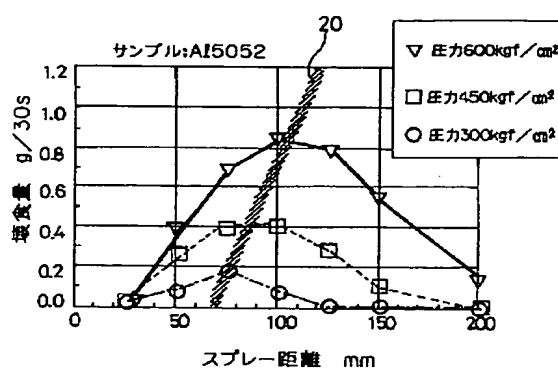
【図5】



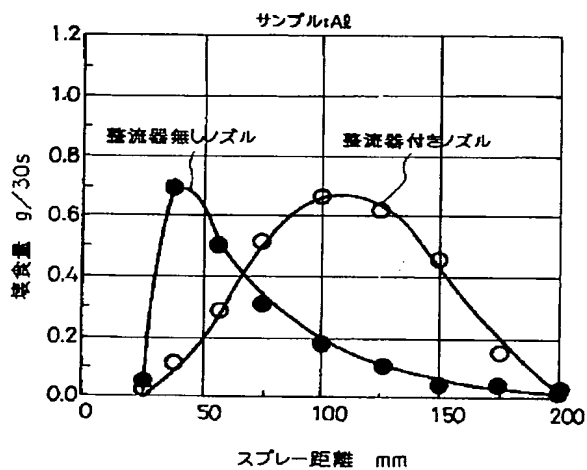
【図7】



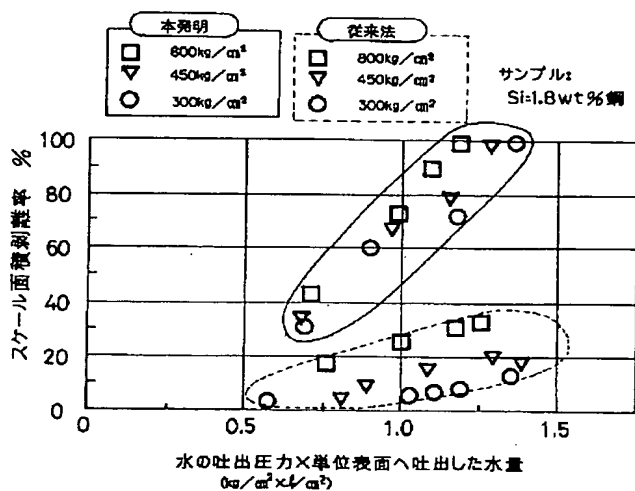
【図4】



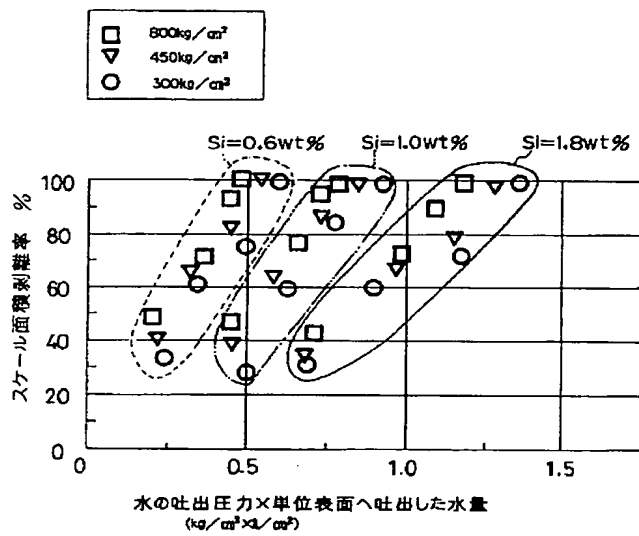
【図6】



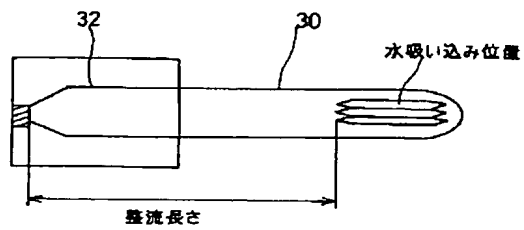
【図8】



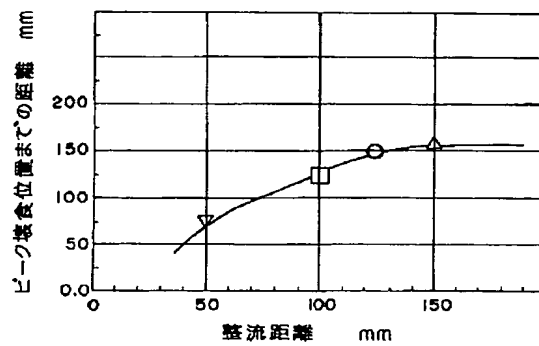
【図9】



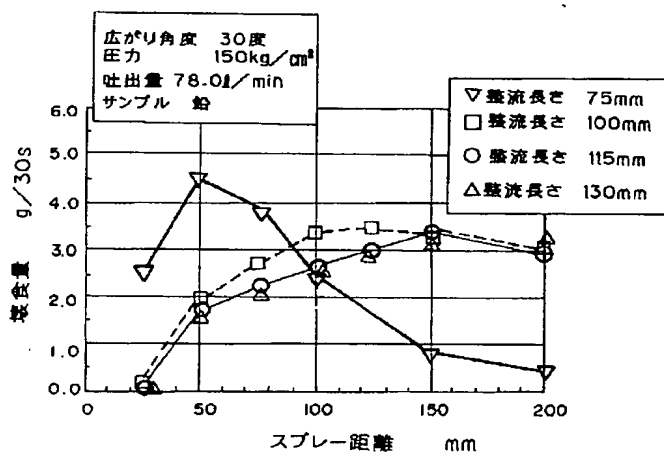
【図10】



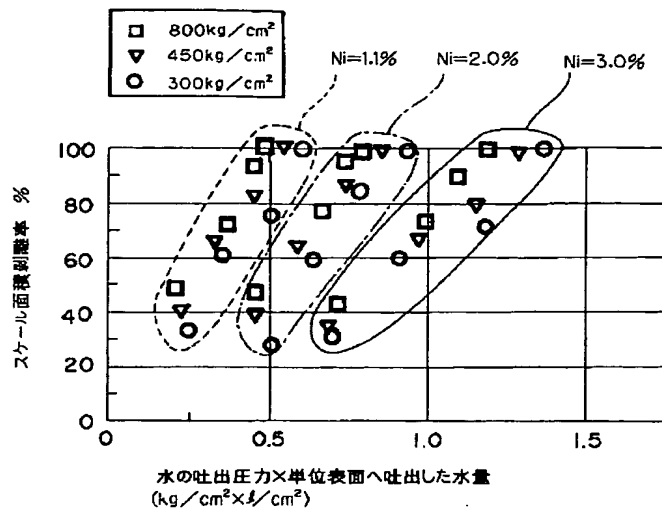
【図12】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 足立 明夫  
千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式  
会社鉄鋼開発・生産本部千葉製鉄所内  
(72)発明者 小川 博之  
千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式  
会社鉄鋼開発・生産本部千葉製鉄所内

(72)発明者 桑子 浩  
千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式  
会社鉄鋼開発・生産本部千葉製鉄所内  
(72)発明者 白石 昌司  
千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式  
会社鉄鋼開発・生産本部千葉製鉄所内  
(72)発明者 金本 規生  
千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式  
会社鉄鋼開発・生産本部千葉製鉄所内